

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Analýza a ověřování reakčních dob řidiče silničního vozidla

Analysis and Validation of Road Vehicle Drivers Reaction
Time

Student: Jan Horák

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaromír Široký, Ph.D.

Ostrava 2012

Zadání bakalářské práce

Student: **Jan Horák**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2301R003 Dopravní technika a technologie**
Téma: **Analýza a ověřování reakčních dob řidiče silničního vozidla**
Analysis and Validation of Road Vehicle Drivers Reaction Time

Zásady pro vypracování:

Cíl: Na základě provedené analýzy situací při řízení silničního vozidla student navrhne metodu zjišťování dob reakcí řidiče, provede experimentální ověření použití navržené metody a zjištěné výsledky vyhodnotí.

Postup řešení:

1. Analýza situací při řízení silničního vozidla.
2. Návrh metody zjišťování dob reakcí řidičů na jednotlivé situace.
3. Návrh experimentu pro ověření návrhu.
4. Realizace experimentu.
5. Provozně technické vyhodnocení návrhu a experimentu.

Seznam doporučené odborné literatury:


Matějka, R.: *Vozidla silniční dopravy I.* Bratislava: ALFA Bratislava. 1999. ISBN 80-05-00392-7
Matějka Rostislav.: *Vozidla silniční dopravy II.* Vyd. 2. Žilina: Vysoká škola dopravy a spojov. 1992. 245 s. ISBN 80-7100-074-4
Vlk, František.: *Dynamika motorových vozidel: jízdní odpory, hnací charakteristika, brzdění, odpružení, řiditelnost, ovladatelnost, stabilita.* Brno: F. Vlk. 2000. 434 s. ISBN 80-238-5273-6
Vlk, František.: *Podvozky motorových vozidel.* 3. přeprac., rozš. a aktualiz. vyd. Brno: F. Vlk. 2006. 464 s. ISBN 80-239-6464-X

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jaromír Široký, Ph.D.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012


doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry





prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

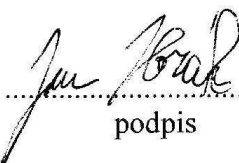
V Ostravě 21.5 2012


.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 21.5 2012


.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Jan Horák

Adresa trvalého pobytu autora práce: Petruškova 2764/16, Ostrava – Zábřeh, 70030

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

HORÁK, J.: *Analýza a ověřování reakčních dob řidiče silničního vozidla: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2012, 45 s. Vedoucí práce: Ing. Jaromír Široký, Ph.D.

Tato práce se zabývá návrhem, realizací a vyhodnocením experimentu, pro měření reakčních dob řidičů na optické podněty, v reálném automobilu. Návrh i experiment vychází z měření reakčních dob ve stojícím automobilu a měření reakčních dob při rozjezdu z křižovatky. Teoretická část práce je zaměřena na popis prvků systému člověk – vozidlo – prostředí, jejichž vlastnosti mohou souviset s reakční dobou řidiče.

Klíčová slova: reakční doba, optický podnět, člověk – vozidlo – prostředí

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

HORÁK, J.: *Analysis and Validation of Road Vehicle Drivers Reaction Time: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2012, 45 p. Thesis head: Ing. Jaromír Široký, Ph.D.

This paper describes the design, implementation and evaluation of an experiment to measure the reaction times of drivers on the optical stimuli in real car. Design and experiment based on the measurement of reaction times in a stationary car and measurement of reaction times starting from the intersection. The theoretical part is focused on the description of elements of the human - vehicle – environment system, whose properties may be related to the driver's reaction time.

Keywords: reaction time, optical stimuli, human – vehicle – environment

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	7
1. Úvod.....	8
2. Analýza situací při řízení silničního vozidla.....	9
2.1. Popis situací při řízení silničního vozidla	9
2.2. Faktory ovlivňující situace při řízení silničního vozidla	9
2.2.1 Člověk	9
2.2.2 Vozidlo.....	19
2.2.2 Prostředí	28
3. Návrh metody zjišťování dob reakcí řidičů na jednotlivé situace	30
3.1. Reakční doba.....	30
3.2. Faktory ovlivňující reakční dobu	30
3.3. Metoda zjišťování reakční doby	33
4. Návrh experimentu	34
4.1. Situace č. 1	34
4.2. Situace č. 2.....	34
5. Realizace experimentu	35
6. Provozně technické vyhodnocení návrhu a experimentu	37
7. Závěr	41
8. Seznam použitých zdrojů.....	42
9. Seznam příloh na CD	45

Seznam použitých zkratk a symbolů

GPS	Global Positioning Systém – globální navigační systém
EHK	Evropská hospodářská komise
OSN	Organizace spojených národů

1. Úvod

„Každá akce vyvolá reakci“, což platí také pro silniční provoz, ve kterém musíme, ať už s ohledem na bezpečnost nebo plynulost provozu, neustále reagovat na vnější podněty, pronikající většinou skrze čelní sklo automobilu. To, zda tato reakce bude přiměřená či nikoliv, záleží většinou na každém z nás a našich vlastnostech. Tím nemyslím jenom charakterové vlastnosti, ale komplexní vlastnosti, nutné pro řízení automobilu. I když reakční doba řidiče není vlastnost jako taková, její důsledky si mnozí z nás ani neuvědomují. Svou roli sehrává právě v oblastech, jako je doprava, kde člověk ovládá stroje, pohybující se rychlostmi, na které není lidské tělo stavěné a i sekundy mohou rozhodovat o životě a smrti.

Častou ukázkou vlivu reakční doby řidiče, je její podíl na brzdné dráze vozidla. Obecně se předpokládá, že reakční doba řidiče je cca. 1 s. Jede-li tedy vozidlo rychlostí 50 km/h, brzdná dráha se jen vlivem reakční doby řidiče prodlouží o necelých 14 m, což není zrovna zanedbatelná hodnota, zvláště v případech, kdy dochází k náhlému a prudkému brzdění, jehož snahou je zabránit srážce.

I když zjišťování reakční doby není ošetřeno legislativou, její měření se ukázalo mimo jiné hodnotné, v rámci dopravní psychologie, jako možné vodítko k objasnění příčin vážných dopravních nehod. Jedna věc je ovšem změřit danou reakční dobu a druhá, nalézt příčiny pro její nepřiměřené trvání. Stanovení, co je nepřiměřená reakční doba, samozřejmě záleží na situaci a okolnostech, ve kterých hraje roli. Napodobit však všechny podmínky a okolnosti, v nichž zjištění reakční doby má své opodstatnění, je v některých případech nesnadné.

Cílem této práce je tedy zvolit vhodnou metodiku zjišťování reakčních dob, s ohledem na dostupné prostředky a ověřit její funkčnost z hlediska dosažených výsledků.

Problematika optických podnětů byla zvolena na základě poznatků, považující optické podněty za nejčastěji se vyskytující, ve spojitosti s řízením silničního vozidla. To ovšem nevylučuje možnost výskytu i jiných, než optických podnětů. Zvláště v dnešní době moderních technologií, kdy mnohdy do základní výbavy automobilu patří GPS modul, palubní počítač aj., které zaměstnávají nejen náš zrak.

Až do doby, než budou automobily plně automatizované a dostanou se do běžného provozu, spočívá zodpovědnost za jejich řízení, stále na člověku a jeho schopnostech. Proto i nadále bude snahou nacházet „rezervy“ a postihovat je, nejen v tomto oboru lidské činnosti.

2. Analýza situací při řízení silničního vozidla

2.1. Popis situací při řízení silničního vozidla

Při řízení silničního vozidla může docházet k různým situacím, které více či méně působí na řídící člen – člověka (řidiče). Zjednodušeně jsem rozdělil tyto situace na závislé a nezávislé. Za závislé považuji situace, které může ovlivnit sám řidič např. řízení s cigaretou, poslech hudby při jízdě vozidla, rozhovor se spolujezdcem aj. Nezávislé situace vznikají náhodně, bez vlivu řidiče např. vozidlo jedoucí před námi prudce zabrzdí, překážka na vozovce, boční náraz větru působící na vozidlo atd. Na všechny tyto podněty řidič reaguje, ať už ve formě na první pohled viditelné (natočení volantu, sešlápnutí brzdového pedálu), tak formou psychické (fyziologické) odezvy.

Řízení automobilu je z hlediska procesů probíhajících v těle člověka značně složitou činností, např. profesionální řidič musí během své směny vykonat přibližně pět tisíc operací spojených převážně se samotným řízením vozidla.[1] I když mnoho úkonů provádíme automaticky, každý z nich vyžaduje přesnou souhru smyslů a koordinaci pohybů.

Další důležité informace týkající se situací při řízení vozidla nám mohou poskytnout dopravní průzkumy a statistiky. Veřejně přístupnou statistiku nehodovosti sestavuje ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky. Z u vedených statistik za rok 2011 vyplývá, že nejčastější příčinou dopravních nehod bylo nevěnování se plně řízení vozidla. Z celkového počtu 66 089 dopravních nehod zaviněných řidičem motorového vozidla, připadá na nepozornost při řízení 13 084 dopravních nehod, což je téměř 1/5 z celkového počtu nehod zaviněných řidičem motorového vozidla. Druhou nejčastější příčinou pak bylo nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky (6211 nehod). Jako třetí v pořadí se zařadilo nesprávné otáčení nebo couvání (5744 nehod). Problematické se také mimo jiné ukázalo nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem (5719 nehod).[2]

2.2. Faktory ovlivňující situace při řízení silničního vozidla

2.2.1. Člověk

Zhodnotím-li již zmiňovanou statistiku nehodovosti z hlediska zavinění nehod, jednoznačně největší podíl mají řidiči motorových vozidel (88 % z celkového počtu 75 137 dopravních nehod). Závadou komunikace došlo k 448 nehodám a technickou závadou

vozidla 456, což je téměř srovnatelné. Je zřejmé, že kritickým prvkem je zde řidič. Pozornost však budu věnovat všem prvkům systému **člověk – vozidlo – prostředí**.

I přes všechny snahy automatizace motorového vozidla jako celku, nadále hraje člověk klíčovou roli v jeho řízení. Řízení vozidla je však zcela subjektivní činností a je proto ovlivněno několika individuálními vlastnostmi člověka.

První předpokladem pro řízení motorového vozidla je vlastnění řidičského oprávnění pro danou skupinu vozidel. Pro získání řidičského oprávnění musí žadatel splnit několik podmínek. První podmínkou je dosažení požadovaného věku stanoveného pro jednotlivé skupiny vozidel, jak ukazuje tab. 1.

Tab. 1 Požadovaný věk pro udělení řidičského oprávnění

Věk	Skupina vozidel
15 let	AM
16 let	A1
17 let	B1 a T
18 let	A2, B, B+E, C1 a C1+E,
21 let	C, C+E, D1, D1+E,
24 let	A, D a D+E

Druhou podmínkou pro získání řidičského oprávnění je požadovaný zdravotní stav. Zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů, § 84 upravuje zdravotní způsobilost takto:

- Zdravotní způsobilostí k řízení motorových vozidel se rozumí tělesná a duševní schopnost k řízení motorových vozidel
- Zdravotní způsobilost posuzuje a posudek o zdravotní způsobilosti vydává posuzující lékař na základě prohlášení žadatele o řidičské oprávnění nebo držitele řidičského oprávnění, výsledku lékařské prohlídky a dalších potřebných odborných vyšetření.
- Zdravotně způsobilý k řízení motorového vozidla není ten, kdo má poruchy chování způsobené závislostí na alkoholu nebo jiných psychoaktivních látkách podle posudku o zdravotní způsobilosti.

Po provedení lékařské prohlídky je žadatel o řidičské oprávnění nebo držitel řidičského oprávnění:

- zdravotně způsobilý k řízení motorových vozidel,
- zdravotně způsobilý k řízení motorových vozidel s podmínkou,
- zdravotně nezpůsobilý k řízení motorových vozidel. [3]

Zdravotně způsobilý k řízení motorových vozidel s podmínkou je žadatel nebo držitel řidičského oprávnění pokud:

- má nemoci, vady nebo stavy zraku, které ovlivňují bezpečnost provozu na pozemních komunikacích a u kterých lze žadatele nebo řidiče uznat za zdravotně způsobilého k řízení motorového vozidla pouze na základě závěru odborného vyšetření
- má stavy související s cukrovkou, které ovlivňují bezpečnost provozu na pozemních komunikacích a u kterých lze žadatele nebo řidiče uznat za zdravotně způsobilého k řízení motorového vozidla pouze na základě závěru odborného vyšetření
- má nemoci, vady nebo stavy nervové soustavy, které ovlivňují bezpečnost provozu na pozemních komunikacích a u kterých lze žadatele nebo řidiče uznat za zdravotně způsobilého k řízení motorového vozidla pouze na základě závěru odborného vyšetření
- má duševní poruchy, které ovlivňují bezpečnost provozu na pozemních komunikacích a u kterých lze žadatele nebo řidiče uznat za zdravotně způsobilého k řízení motorového vozidla pouze na základě závěru odborného vyšetření

Obdobné předpoklady se používají pro posuzování zdravotní nezpůsobilost k řízení motorových vozidel, které způsobují zdravotní komplikace, závažně ohrožující bezpečnost provozu na pozemních komunikacích.

Za určitých podmínek mohou tedy řídit silniční motorové vozidlo osoby trpící vadami zraku, cukrovkou, epilepsií, pooperačními stavy nebo duševními poruchami. Tyto podmínky jsou specifikovány ve vyhlášce 72/2001 Sb. viz. [4]

Další důležitou záležitostí spojenou se získáním řidičského oprávnění je odborná způsobilost. Tato způsobilost je získávána na základě zákona č. 247/2000 Sb., o získávání a zdokonalování odborné způsobilosti k řízení motorových vozidel a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Získání odborné způsobilosti je podmíněno složením zkoušky, která je rozdělena do těchto částí:

- Zkouška z předpisů o provozu na pozemních komunikacích a zdravotnické přípravy
- Zkouška ze znalosti ovládání a údržby vozidla
- Zkouška z praktické jízdy

Zkouška z předpisů o provozu na pozemních komunikacích a zdravotnické přípravy je prováděna písemně ve formě testu nebo pomocí výpočetní techniky. Zkouška ze znalosti ovládání a údržby vozidla je prováděna ústně u modelů nebo u výcvikového vozidla. Zkouška z praktické jízdy je ještě rozdělena do dvou dílčích částí. V první části jsou ověřovány základní úkony spojené s přípravou vozidla před jeho použitím a základní

manévrovací úkony (rozjíždění, zastavení, couvání, otáčení, parkování, zastavení a rozjezd ve stoupání atd.). V druhé části jsou ověřovány znalosti v souvislosti s bezpečným řízením vozidla na pozemních komunikacích s různou intenzitou provozu, řízením vozidla na světelně řízené křižovatce, ovládáním vozidla ve vyšších rychlostech a jiných specifických podmínkách. [5]

Další způsobilostí k řízení silničních motorových vozidel je dopravně – psychologická. Dopravně – psychologickému vyšetření jsou povinni se podrobit řidiči automobilů nad 7500 kg, které slouží k přepravě osob a nákladů pro cizí a za úplatu. Výjimkou je provozování těchto automobilů pro vlastní potřeby. [3]

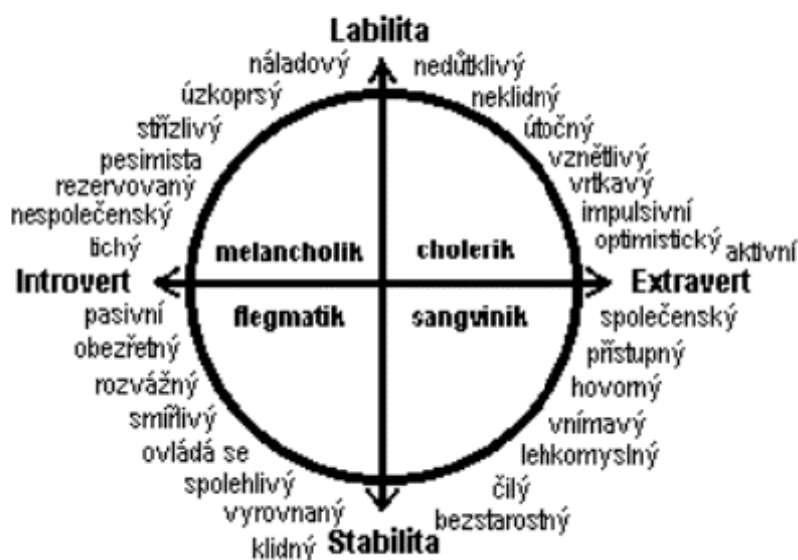
Až doposud jsem se stručně zabýval legislativním rámcem, který určuje omezení pro získání řidičského oprávnění a klade tak požadavky na člověka (řidiče) z formálního hlediska. Současný stav silniční dopravy však klade vysoké požadavky na člověka v roli řidiče a to především na jeho psychiku. Se zvyšující se intenzitou provozu rostou nároky na jeho pozornost, předvídavost a celkově na jeho schopnosti.

Jak již jsem zmínil výše, řízení motorového vozidla je čistě subjektivní činností a je ovlivněno individuálními vlastnostmi člověka. Tyto vlastnosti se v dopravní psychologii souhrnně nazývají dopravní charakter. Dopravní charakter zahrnuje součásti znaků řidiče, jako je zdravotní stav, osobnostní vlastnosti, znalosti a zkušenosti aj. Na základě znalosti dopravního charakteru lze předpokládat určité dopravní chování a naopak. Dopravní chování je ovlivněno jak situačním tak sociálním rozměrem dopravního prostředí. Na silnicích se může vyskytovat dopravní chování:

- v souladu s formálními pravidly a s normami sociálně – psychologickými (řidič jede v rámci předpisů a chová se k druhým řidičům slušně a tolerantně)
- shodné s formálními pravidly, ale odlišné od sociálně – psychologický norem (řidič dodržuje předpisy, ale nedbá na potřeby ostatních řidičů, kteří se chtějí např. zařadit do jízdního pruhu)
- odlišující se od formálních pravidel, ale vyhovující pravidlům neformálním (např. řidič nedbá předpisů a dopravní situace řeší podle zkušeností, jejichž uplatnění neohrožuje danou dopravní situací)
- odlišné od obou uvedených norem (řidič nerespektuje předpisy a jede bezohledně vůči ostatním účastníkům silničního provozu)

Výrazný vliv na dopravní charakter má struktura osobnosti. Dopravní psychologové používají pro popis osobnosti typologii osobnosti podle H.J.Eysencka, která kombinuje všechny nejznámější rozdělení osobnosti aplikované v psychologii osobnosti.

Eysenckovo typologické schema



Obr. 1 [6]

Introvert je uzavřený do sebe, drží si odstup, je nedůvěřivý, nemá rád změny, ale na druhou stranu je spolehlivý a pečlivý. Má blíže k flegmatickému typu a v labilní poloze k melancholikovi. Extravert je lépe přizpůsobivý, má rád společnost, vzrušení a změny. Lépe navazuje kontakty a je optimista. Dává přednost faktům, ale je ovlivněn okolními názory. Svými vlastnostmi se blíží k typu sangvinika a v labilní poloze k cholerikovi. V dopravě nejčastěji chybují řidiči spadající do labilní polohy, kteří trpí nedostatečnou stresovou a zátěžovou odolností.

Chování řidiče však neurčují jen jeho osobnostní rysy. Dopravní psychologie nahlíží na člověka souhrnně a bere v úvahu všechny jeho charakteristické i individuální rysy. Zabývá se jeho motivací, schopnostmi pro vykonávání dané činnosti a emoční inteligencí, která zahrnuje schopnost rozpoznání, prožití a kontroly emocí. [1]

Jedním z častých problémů, který se v současné době na silnicích vyskytuje, je agresivita. Ve sdělovacích prostředcích téměř denně slyšíme o nevhodném dopravním chování, potyčkách mezi řidiči, ať už ve slovní podobě nebo v podobě fyzického střetu. Agresivitu popisujeme jako směřování k chování, které se projevuje jako vědomé se záměrem ublížit, násilně omezuje svobodu a poškozuje jiné osoby nebo věci s cílem získat

osobní výhody. Za agresí tedy označujeme samotné chování. Častou příčinou agresivity je frustrace, v psychologii vysvětlovaná jako blokáda na cestě k cíli nebo nezdar při dosahování cíle. Psychologie osobnosti rozlišuje agresí *instrumentální*, která je prostředkem, jak dosáhnout požadovaného cíle a agresí *emocionální*, charakteristická přítomností silné negativní emoce. Agresivní řidiče lze rozdělit do těchto pěti skupin:

- **Závodník s časem** – je hnán kupředu dosažením co nejdříve vytyčeného cíle a pokud se mu do cesty postaví překážka, rychle se rozzlobí.
- **Soutěživý agresor** – zvyšuje si sebevědomí vyvoláváním soutěživých situací (stání na světelné křižovatce, čekání na zelený signál a následný rozjezd s kvílením pneumatik nebo vzájemné předjíždění na dálnici apod.) a pokud zaznamená v soutěžení nezdar, narůstá jeho stres a dochází k agresivnímu chování.
- **Pasivní agresor** – brání ostatním řidičům v plynulé jízdě.
- **Narcista** – řídí se pravidly provozu (formálními i neformálními) a nesnese, když je ostatní nedodržují.
- **Strážce** – považuje se za soudce ostatních řidičů a postihuje jejich přestupky

Aby bylo možné rozeznat agresivní chování, je nutné popsat jeho projevy v dopravním provozu. Pro popis agresivního řízení použila autorka [7] kanadskou definici, která zní:

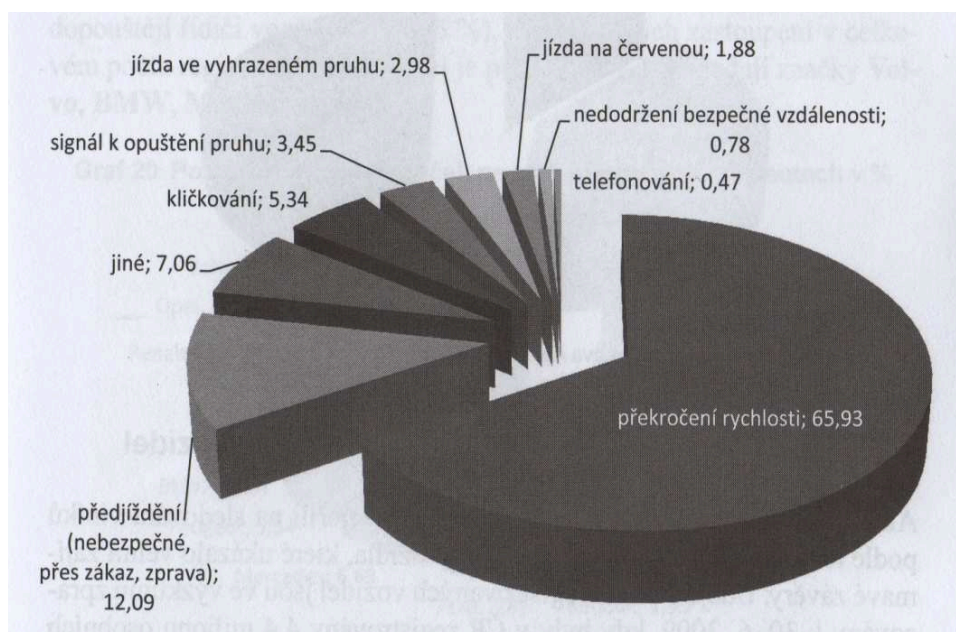
Chování účastníka silničního provozu je agresivní, pokud záměrně zvyšuje riziko kolize a je motivováno netrpělivostí, nepřátelstvím nebo pouze získáním času na úkor ostatních účastníků silničního provozu.

V praxi této definici odpovídá překračování nejvyšší dovolené rychlosti, nedodržování bezpečné vzdálenosti, přejíždění z pruhu do pruhu, nesprávné používání dálkových světel, neumožnění zařazení ostatním řidičům do jízdního pruhu, předjíždění zprava apod.

Ohledně příčin agresivního chování zmiňuje autorka v zásadě dva teoretické přístupy. První z nich je biologický, považující agresivní chování za vrozené, případně některé zvláštní reakce ovlivněné i zkušeností. Druhým je sociální přístup popisující agresí jako naučenou odpověď prostřednictvím sledování nebo napodobování sociálních skupin blízkých sledované osobě. Obecným předpokladem však je, že agresivita je kombinací těchto přístupů. Konkrétní psychologické faktory vedoucí k agresivitě jsou např. sklon k teritorialitě, který je uplatňován řidiči prostřednictvím automobilu (rozšíření území) a mají tak pocit ohrožení ostatními vozidly nebo si řidiči mohou řízením nahrazovat pocit jehož přítomnost postrádají v rodině či zaměstnání (ovládat, řídit, cítit se výjimečný,...). Dále bych zmínil soutěživost jako možnou příčinu agresivního chování, projevující se

především jízdou vysokou rychlostí a přejížděním z pruhu do pruhu (kličkováním mezi vozidly). Svou roli při hledání příčin agresivního chování hraje i pocit anonymity v automobilu, který si více či méně uvědomujeme. Zvláště je tento pocit patrný, když řidič jede ve vozidle sám. Ztrácí tak zodpovědnost za spolujezdce a časem nabývá dojmu soukromí a cítí se svým způsobem „neviditelný“.

Na téma agresivního chování řidičů motorových vozidel, byl v roce 2009 proveden celorepublikový výzkum, který vycházel z pilotního výzkumu v rámci dizertační práce autorky. Jak celorepublikový, tak pilotní výzkum byl zaměřen na agresivní projevy v běžném silničním provozu. Zásadní rozdíl mezi oběma výzkumy byl v jejich rozsahu. Celorepublikový výzkum obsahoval 10 678 km tras po celé ČR, z nichž 10 478 km bylo použito pro výzkum a 200 km vyřazeno pro nízkou kvalitu záznamů. Celkově bylo v rámci tohoto výzkumu zaznamenáno 637 incidentů. Nejčastější incidenty shrnuje následující graf.



Obr. 2 Celkové poměrné zastoupení incidentů v % [7]

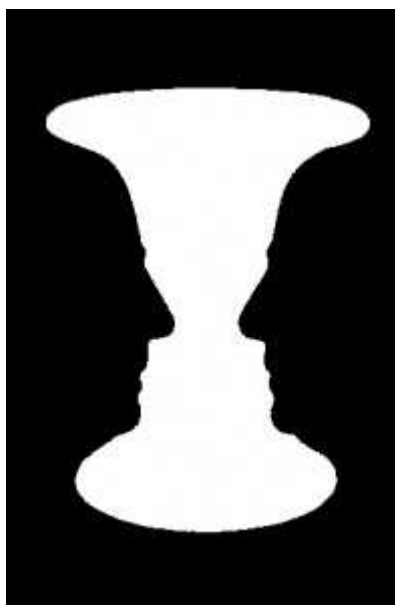
Jednoznačně nejčastějším prohřeškem tedy bylo překročení nejvyšší dovolené rychlosti. Tato skupina incidentů byla ještě rozdělena do tří podskupin – překročení rychlosti o 10, 20, 30 a více km/h. V tomto rozdělení byla nejvíce zastoupena skupina „o 10 a více km/h“ (47,6 %), v případě které se ještě nemusí jednat o projev agresivního chování a může být přisuzována nepozornosti. Druhé největší zastoupení však měla skupina „o 20 a více km/h“ (40,5 %), což už mnohem závažnější prohřešek. Celorepublikový výzkum navíc vztáhl jednotlivé výsledky na tovární značky automobilů registrovaných v ČR, jejichž prostřednictvím se řidiči dopouštěli těchto incidentů. Rovněž také vztáhl incidenty na jednotlivé kraje, ve kterých byla vozidla registrována. Závěry

obou výzkumu se víceméně shodovaly. Ukázalo se, že nejčastějším agresorem na českých silnicích je muž středního věku, řídící výkonný a dražší automobil, registrovaný v Praze. Často překračuje nejvyšší dovolenou rychlost nebo bezohledně předjíždí a to v období nedělní dopravní špičky. [7]

Jak jsem zmínil výše, se zvyšující se intenzitou silničního provozu, rostou i nároky na schopnosti člověka. Jednou z nejdůležitějších z nich při řízení automobilu je schopnost koncentrace pozornosti. Zjednodušeně se dá říci, že pozornost je jakýmsi filtrem vnějších podnětů. V jednom okamžiku je lidský mozek zahlcován množstvím vnějších podnětů, které musí zpracovat. O to, aby nedošlo k jeho přehlcení se právě stará pozornost, která propouští jen omezené množství informací, zpracovávající naše smysly. Z podstaty toho, že pozornost filtruje vnější podněty, je tedy v součinnosti i s takovými oblastmi jako je např. vnímání, paměť, učení aj. Můžeme rozlišit dva druhy pozornosti. Bezděčná (pasivní), která zahrnuje vše, co nás zaujme na základě našich potřeb, motivů, zájmů nebo citových vztahů. Jsou to např. podněty kontrastující s okolím, což je často využíváno k zvyšování bezpečnosti dopravy. Mezi tyto podněty se řadí, rozsvícená světla automobilů, červené světlo na světelných signalizačních zařízeních, červená barva na dopravním značení, reflexní vesty pracovníků silniční údržby apod. Druhým typem pozornosti je záměrná (úmyslná). Je tedy řízena vědomím záměrem, úkolem nebo cílem. Průvodním znakem této pozornosti je duševní námaha. Dobrým pochopením záměrné pozornosti je přirovnání k rozsvíceným světlům automobilu. Řidič vidí jen to, co mu dovoluje vidět osvětlený prostor před vozidlem, což je právě to důležité pro bezpečnou jízdu. Tuto pozornost je však nesprávné zaměňovat za tzv. tunelové vidění, kdy je zrak upřen do úzkého prostoru, nebo naopak za periferní vidění, které zachycuje širší prostor. Především jsou pro řidiče důležité některé specifické znaky pozornosti. Jedním z nich je *selektivita* (výběrovost), umožňující vybrat z okolních podnětů jen to, co je pro daný okamžik podstatné. Ta může být ovlivněna znalostmi a praxí. Dále bych zmínil *kapacitu* (rozsah), vymezená počtem podnětů zachycených člověkem v krátkém časovém intervalu podle jeho schopností. Praktická měření ukázali, že za dobu 0,2 s (fixační interval), je schopen zachytit 4 až 5 podnětů, ale za jízdy dva až tři. Jako další znak pozornosti bych zmínil *pohyblivost*, pomocí níž jsme schopni rychle přenášet pozornost z jednoho podnětu na druhý, což je obecně v silniční dopravě velmi důležité, s ohledem na její intenzitu. Mezi další znaky pozornosti patří také *stabilita* (stálost), distribuce (rozdělení) atd.

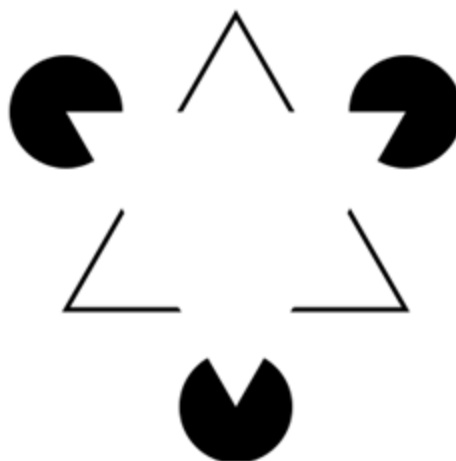
S pozorností také tedy souvisí vnímání. Vnímání (percepce) je proces, který vytváří vjemy, lišící se mnohdy od toho, co nám zrak k vnímání nabízí. Člověk si tak nemusí být

vědom toho, co vše oko zachytilo. Každý navíc může stejné vjemy zachytit jinak, což je dáno subjektivností vnímání. Lidé si nevědomě vjemové pole rozdělují na několik částí. To souvisí se základní vlastností vnímání – *centrací* tj. soustředění se na jednu část vjemového pole, kterou tvoří tzv. *figura* neboli předmět vnímání. Figura se vyznačuje svou ostrostí, jasností a zřetelným ohraničením. Další část vjemového pole tvoří *pozadí*, tvořící všechny ostatní předměty. Figurou tedy může být předmět prostorově více vzdálený od pozorovatele a pozadím tedy všechny předměty prostorově blíže k pozorovateli. S tímto rozdělením vjemového pole se také můžeme setkat u sluchu. Hraje-li hudebník sólo, vnímáme především jeho hudební nástroj (figura), na rozdíl od ostatních členů kapely, kteří jeho sólo jen hudebně dokreslují (pozadí). Praktickým příkladem je známý obrázek dánského psychologa Rubina.



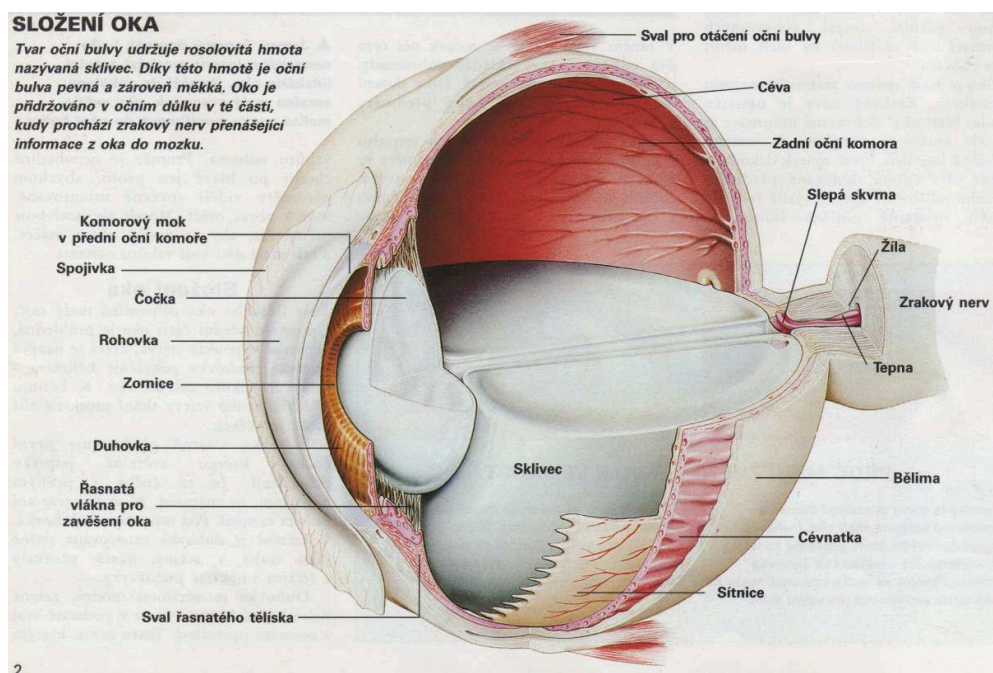
Obr. 3 Pohár psychologa Rubina [9]

V obrázku můžeme spatřit pohár nebo dva obličejе proti sobě. Během vyčleňování figury z pozadí se prosazují tzv. tvarové zákony. Projevují se například tak, že neúplné, nesymetrické nebo nedokonalé tvary vnímáme jako dokonalé. Neúplný kruh máme sklon opticky dokončovat, úhel o několik stupňů menší nebo větší, než 90° se nám jeví jako pravý apod. Řidič se také v souvislosti s vnímáním může setkat se vjemovými iluzemi. Jedná se o zkreslené vjemy, které jsou ovlivněny nervovými a psychickými procesy. Příkladem může být jízda vozidlem po silnici, přecházející z otevřeného prostranství do stromořadí. I když jedeme po stejné silnici, připadá nám úsek silnice lemovaný stromy užší. Podobně je to i s vnímáním rychlosti vozidla, ve kterém jedeme. Na otevřené silnici vnímáme rychlost vozidla nižší, než je tomu ve vnímaném užším prostoru. Příklad takové vjemové iluze můžeme vidět na následujícím obrázku, ve kterém se uplatňuje zákon tzv. dobré křivky, kdy máme tendenci seřazovat podněty do smysluplných linií.



Obr. 4 Kanizsův trojúhelník [10]

V souvislosti s vnímáním je třeba také zmínit smysly, které nám samotné vnímání zprostředkovávají. Devadesát procent všech vjemů je optických. I v roli řidiče zrak tvoří nejdůležitější smysl. Řidiči však vlastní specifické vidění, jehož vlastnosti se mění s motoristickou praxí. Odhadem bylo zjištěno, že se ono vidění stabilizuje po ujetí padesáti tisíc kilometrů, absolvované za různých provozních podmínek a při různorodosti dopravního prostředí. Na následujícím obrázku je popsána základní anatomie oka.



Obr. 5 Lidské oko [11]

I pro řidiče se zdravým zrakem, mohou jeho oči představovat nebezpečí v souvislosti s tím, co mu umožní, resp. neumožní vidět. Na sítnici oka se totiž vyskytují místa, kde se obraz vůbec nepromítá a jsou tudíž slepá. Tyto místa se příznačně označují jako slepé skvrny viz. obrázek výše. Pro upřesnění se nachází na sítnici u kořene nosu. Prakticky však

tyto slepá místa člověk nevnímá, neboť používá dvě oči a slepá skvrna každého oka se promítá na jinou část obrazu. Ono nebezpečí pro řidiče tedy spočívá v tom, že pokud např. přijíždí z vedlejší silnice na hlavní a situaci zhodnotí pouze zrakem, nikoliv otočením celé hlavy, může snadno přehlédnout, cyklistu nebo motocyklistu.

Pro řidiče jsou podstatné vlastnosti zraku především ostrost, barvocit a rozsah zorného pole. Dále se také uplatňuje hloubkové vidění a schopnost adaptace očí na oslnění, daná časem od počátku oslnění do navrácení normálního zraku. Ovlivňovat zrak může charakteristika prostředí, fyzické přetěžování, nemoci, léky, alkohol, drogy atd. To je jeden z důvodů, proč se při delších cestách doporučují provádět pravidelné zastávky. Nežádoucí vliv na zrak také může mít jízda s plným žaludkem, kdy dochází k částečnému přesunu okysličené krve z mozku k trávicímu ústrojí. V takových případech je namístě jíst méně, ale v kratších intervalech. V krajních případech může dojít k tzv. zrakové migréně. Vyznačuje se rozostřeným viděním, podobným při slzení očí, a záblesky na okraji zorného pole.

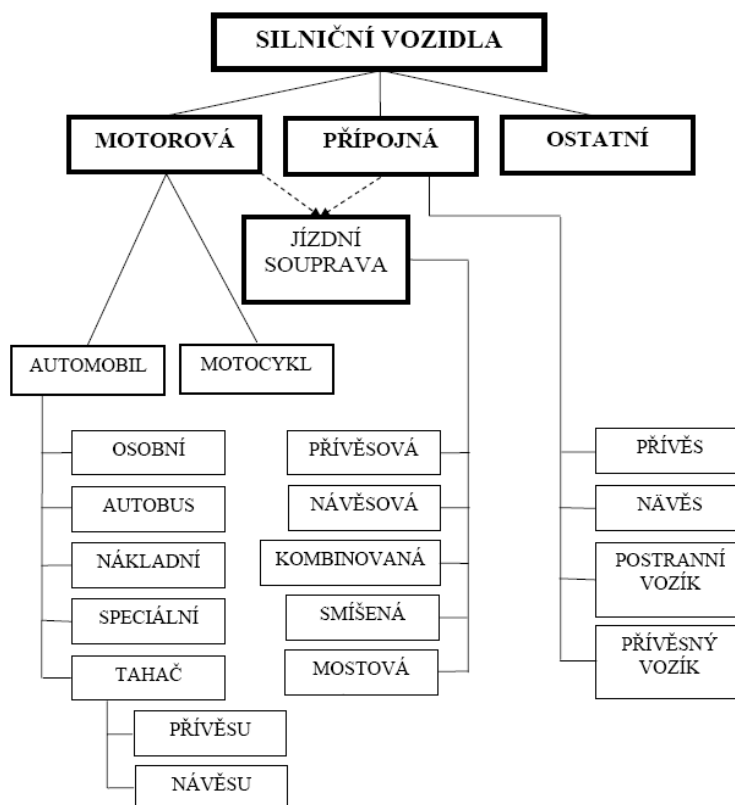
Dalším smysle, který hraje v problematice řízení svou roli, je sluch. I když se na první pohled může jednat pro řidiče o nepodstatný smysl, jeho stav může ovlivnit bezpečnost silničního provozu. Uplatňuje se především v případech, kdy se blíží vozidlo záchranných složek na křižovatku. První, co ve většině případů registrujeme, je zvuk sirény a až poté pohledem zjišťujeme, z kterého směru přijíždí. Dále nás upozorňuje v případě přejezdových zabezpečovacích zařízení na blížící se vlak. Registrování zvuku, však může mít silničním provozu i negativní vlivy. Nedokonalé odhlučnění prostoru kabiny řidiče, zvláště u nákladních automobilů, může dlouhodobě nepříznivě působit na celkový zdravotní stav řidičů. Mohou vykazovat zvýšenou podrážděnost, nedostatečnou soustředěnost a rovněž mohou mít trvalé následky sluchového ústrojí, jako je nedoslýchavost a pískání nebo hučení v uších. Svou roli při řízení vozidla hrají také hmat a čich. Určitá citlivost uplatňující se především v chodidlech, dlaních a prstech, je nutná pro správné ovládání automobilu. Například správná volba obuvi pro řízení automobilu, hraje také svou roli, na kterou jsme mnozí z nás byli upozorňováni v rámci řidičského výcviku. Čich nám zase může napomoci při odhalení případné závady na vozidle, kdy se jedná převážně o přílišné zahřátí některých komponentů. [1], [8]

2.2.2. Vozidlo

Vozidlo můžeme, dle mého názoru, v systému člověk – vozidlo – prostředí, označit za dynamický prvek. Jeho prostřednictvím se uskutečňuje požadavek na přemístění. To, do jaké míry tuto úlohu plní, opět závisí na jeho vlastnostech, ale i na nárocích jaké jsou na

něho kladeny. Výběr vhodného vozidla pro dané podmínky provozu však není předmětem této práce, a proto se dále zaměřím pouze na ty vlastnosti, které mohou přímo i nepřímo ovlivňovat situace při jeho řízení.

Nejprve uvedu základní rozdělení silničních vozidel.



Obr. 6 Rozdělení silničních vozidel dle ČSN 30 0024

Silniční vozidlo je tedy buď motorové, nebo přípojně vozidlo, které je určeno k provozu na pozemních komunikacích, není vázáno na kolej a slouží k přepravě osob, nákladů nebo jinému speciálnímu účelu.

Základní konstrukční části motorového vozidla jsou strojový spodek (šasi) a karosérie. Strojový spodek je tvořen podvozkem a poháněcí soustavou spolu s příslušenstvím, výstrojí a výbavou. Strojový spodek je již schopen samostatného pohybu. Poháněcí soustava je tvořena vozidlovým motorem a převodovým ústrojím. Podvozek se skládá z rámu s podvěsy, řízení, brzdového zařízení a příslušenství. Karosérie nebo také nástavba, je část vozidla uzpůsobená k přepravování osob nebo nákladu. [12]

Nově vyráběná motorová vozidla podléhají zákonu č. 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb., který dále upravuje:

- registraci vozidel a vyřazování vozidel z registru,
- práva a povinnosti osob, které vyrábějí, dovážejí a uvádějí na trh vozidla a pohonné hmoty,
- práva a povinnosti vlastníků a provozovatelů vozidel,
- práva a povinnosti stanice technické kontroly a stanice měření emisí,
- kontroly technického stavu vozidel v provozu. **[13]**

Dále musí motorová vozidla splňovat vyhlášku č. 341/2002 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, upravující:

- technickou způsobilost nově vyrobených vozidel a vozidel v provozu,
- přestavby vozidel,
- výbavu vozidel,
- umístění registrační značky pro jednotlivé kategorie vozidel dle EHK – OSN,
- druhy zkušebních stanic, **[14]**

Poslední vyhláškou, kterou bych zmínil, je vyhláška č. 302/2001 Sb. o technických prohlídkách a měření emisí vozidel, jejíž úpravy jsou uplatňovány v oblasti:

- rozsahu a způsobu měření emisí, přístrojů a zařízení používaných k měření emisí, požadavků na protokol o měření emisí, osvědčení o měření emisí atd.
- technické prohlídky, rozsahu a způsobu provádění technické prohlídky, přístrojů a vybavení k provádění technické prohlídky, protokolu o technické prohlídce,
- stanic technické kontroly, jejich druhového členění, technického vybavení, ověření plnění podmínek k provozování stanice technické kontroly,
- stanic měření emisí, jejich technického vybavení a také ověření plnění podmínek k provozování stanice měření emisí,
- technických prohlídek a měření emisí zvláštních vozidel (traktoru a jeho přípojných vozidel), **[15]**

Další legislativní omezení motorových vozidel plynou z mezinárodních předpisů EHK – OSN, zaměřující se na jednotné podmínky homologace (ověřování shody) a vzájemné

uznávání homologace výstroje a součástí motorových vozidel, které se ČR jako členský stát zavázala plnit.

V současné době pořád hraje lidský faktor zásadní roli v souvislosti s dopravními nehodami. Z toho důvodu je namístě snaha nacházet stále lepší opatření v dopravě, k minimalizaci lidského faktoru. Tímto směrem se ubírá i samotný vývoj automobilů a to především co se týče jejich bezpečnosti, která má výrazný vliv na vzniklé situace v silničním provozu.

Bezpečnost vozidla můžeme podle autora [16] rozdělit na *provozní* a *mimoprovozní*. Provozní bezpečnost dále dělíme na aktivní (opatření ke snížení vzniku dopravní nehody) a pasivní (opatření ke snížení následků nehody). O mimoprovozní bezpečnosti hovoříme v souvislosti se zabezpečením vozidla proti rozjezdu, požáru, krádeži apod.

Konkrétnější definice aktivní bezpečnosti zní:

Aktivní bezpečností rozumíme technické prvky, zařízení a vlastnosti vozu, které dokáží předejít nebo zabránit havárii. [17]

Mezi tyto prvky tedy řadíme brzdová zařízení, odpružení podvozku, veškeré elektronické stabilizační, protipokluzové a asistenční systémy. Aktivní bezpečnost také ovlivňuje samotné místo řidiče, dané sedadlem a jeho vlastnostmi jako jsou možnosti seřizování, tvarování sedadla, prodyšnost aj., dále je aktivní bezpečnost mimo jiné ovlivněna výhledem z vozidla a dostupností ovládacích prvků z místa řidiče. I když to na první pohled nemusí být zřejmé, je aktivní bezpečnost také ovlivněna z hlediska hladiny hluku a úrovně mikroklimatu v prostoru pro posádku vozidla. Tyto dva faktory mohou přímo působit na fyziologii řidiče a nepříznivě tak ovlivnit jeho vlastnosti pro bezpečné řízení vozidla.

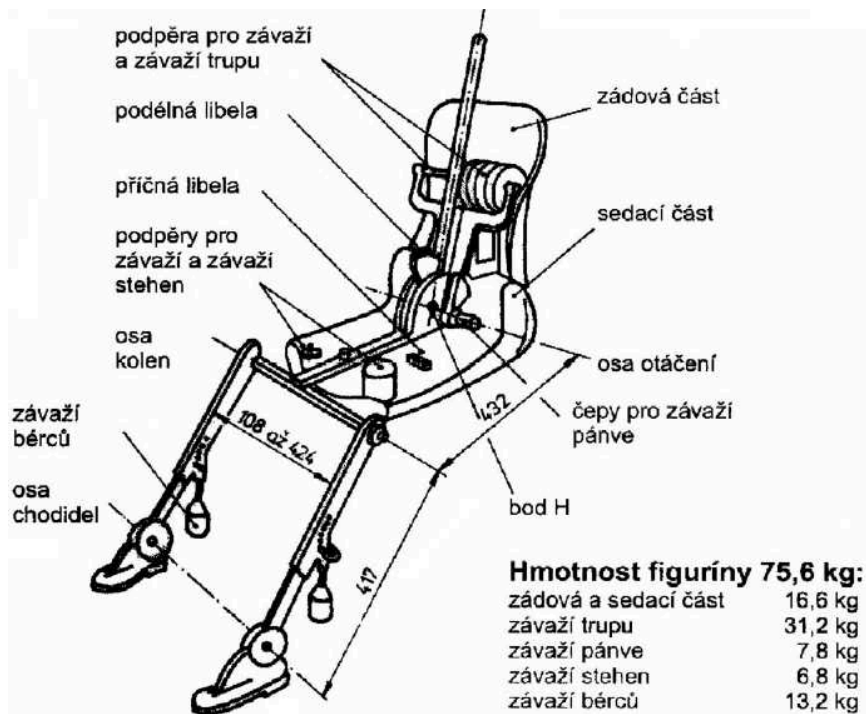
Aby bylo možné automobil bezpečně ovládat, musí být dána určitá minimální kritéria v souvislosti s místem řidiče, která by to zajišťovala. Tento problém řeší Ergonomie.

Ergonomie je interdisciplinární (využívá poznatků z jiných vědních oborů) systémový vědní obor, který komplexně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyzickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti. [18]

Odtud pochází ono členění systému na člověka – techniku (vozidlo) – prostředí. Využívá poznatky z oblasti antropometrie (techniky měření lidského těla), psychologie, sociologie, ale i konstrukce strojů a zařízení, statistiky, řízení apod. Zkoumá vlastnosti jednotlivých prvků systému, vytváří mezi nimi vzájemné vazby, a nechává tak vzniknout

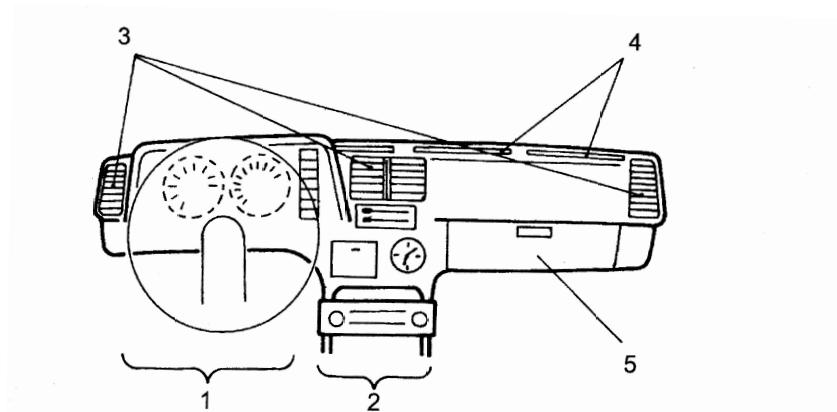
nový celek, který má své specifické vlastnosti. Zároveň klade velký důraz na dokonalé poznání jednotlivých prvků, neboť ty se poté podílejí na celkové efektivitě systému. [18]

Při návrhu místa řidiče je třeba tedy vycházet z tělesných dispozic člověka. K tomuto účelu jdou v automobilovém průmyslu používány nejrůznější kreslicí šablony i trojrozměrné figuríny.



Obr. 7 třírozměrné 50% zařízení 3D-H [16]

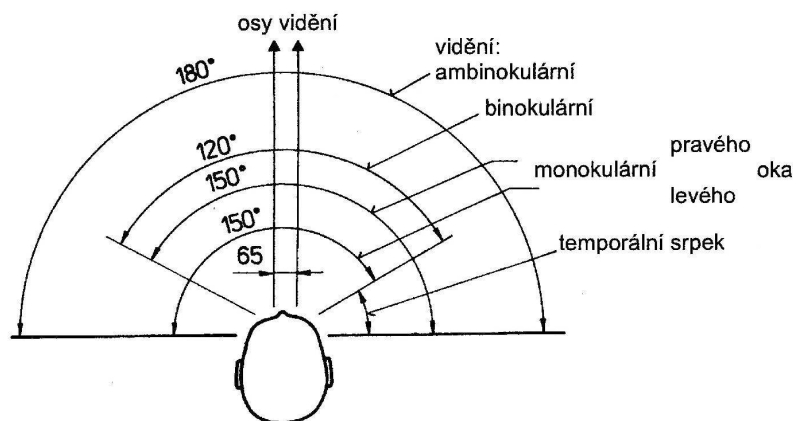
Konkrétně toto zařízení (figurína), rozměrů dospělého muže 50 % velikostní skupiny (50 % populací rozměry menší a 50 % rozměry větší), je používáno pro stanovení skutečného bodu **H** na vozidle. Tento bod představuje střed otáčení trupu a stehna figuríny. Další problematikou je rozmístění samotných ovladačů a kontrolních prvků. Jejich dostupnost je závislá na prostoru, ve kterém je člověk schopný, při pozici sedění se zapnutými bezpečnostními pásy, spolehlivě tyto prvky používat. Takto popsáný prostor se nazývá *ergosféra*. Mezi tyto prvky patří např. volant, pedály, řadící páka, ovladače stěračů a ukazatelů směru atd. Jelikož je ergosféra omezená, nemohou v ní být umístěny všechny obsluhované prvky. Proto se prvky rozdělují z hlediska funkce a četnosti použití. Z toho vyplývá, že pravděpodobně nejbližší budou umístěny: řadící páka, ukazatele směru, ovladače světlometů, ovladače stěračů, zámky bezpečnostních pásů apod. Naopak dále mohou být umístěny ovladače vytápění, mlhových světel, klimatizace, radiopřijímače apod.



! Schématické uspořádání přístrojů, ovládacích orgánů a přívodů vzduchu: 1 – kontrolní přístroje a spínače (tachometr, teploměr chladicí kapaliny, ukazatel stavu paliva, kontrolní světla, spínače pro světla, spínač stěračů, spínač ukazatelů směru); 2 – ovládání topení a větrání; 3 – otvory pro větrání a topení; 4 – přívod vzduchu k čelnímu oknu; 5 – odkládací skříňka

Obr. 8 Schéma přístrojové desky [16]

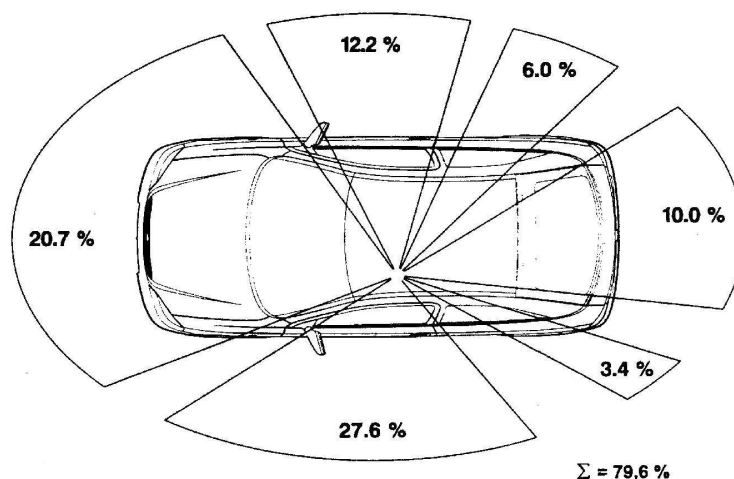
Jak již bylo uvedeno, až 90 % informací přijímáme z okolí pomocí zraku. I pro řidiče je zrak rozhodující při řízení vozidla. Ve vozidle je však výhled omezen, a proto jsou také uplatňována taková konstrukční opatření, aby mohl řidič pokrýt pohledem co největší oblast kolem vozidla. Při návrhu těchto opatření se taktéž vychází ze základních poznatků o fyziologii člověka.



Obr. 9 Zorné pole člověka ve vodorovné rovině [16]

Monokulárním zorným polem se rozumí, zorné pole jednoho nepohybujícího se oka, které je schopno spatřit předměty ve frontálně paralelní rovině (rovina rovnoběžná s frontální rovinou dělící lidské tělo na přední a zadní polovinu). Předměty, které vidíme oběma očima, leží v binokulárním zorném poli. Ambinokulární zorné pole je pouhou složeninou z monokulárních polí pravého a levého oka. Temporální srpek pokrývá výše asi 30° a představuje oblast periferního vidění, kterou vidíme jen jedním okem.

Základním požadavkem na výhled z vozidla je přímý výhled (výhled dopředu od roviny očí). Dále se zohledňuje nepřímý výhled dozadu vnějším a vnitřním zpětným zrcátkem. Při konstrukčních opatřeních by se nemělo zapomenout ani na tzv. mrtvý úhel, ve kterém není vidět míjející vozidlo jedoucí ve vedlejšímu pruhu, jejichž snahou by měla být jeho minimalizace. V současnosti je tento problém řešen elektronickou detekcí vozidla jedoucího ve vedlejšímu pruhu a indikací ve vnějším zpětném zrcátku.



Obr. 10 Příklad výhledu z vozidla z místa řidiče [16]

K nezbytnému příslušenství, pro zajištění bezpečného výhledu, patří stírací a ostřikovací systémy. Další podpůrné systémy pro zajištění výhledu jsou odmlžovací a odmrazovací. Výhled může rovněž ovlivnit špatné osvětlení vozovky vlivem znečištění světlometů, kde se používají obdobné systémy jako u čelních a zadních skel.

Důležitým, možná někdy podceňovaným prvkem aktivní bezpečnosti, je stav prostředí ve vozidle, neboli mikroklima. Jeho příznivá úroveň snižuje zátěž organismu. Mikroklima ve vozidle je určeno:

- teplotou vzduchu
- vlhkostí vzduchu
- rychlostí proudění vzduchu
- čistotou vzduchu (úroveň koncentrace jednotlivých složek vzduchu)

Pro udržování určité úrovně mikroklimatu používají větrací, vytápěcí a klimatizační systémy. [16]

Nyní bych uvedl, některé elektronické systémy, používané v souvislosti s aktivní bezpečností.

ABS (Antilock Braking System) – systém zabráňující zablokování kol při intenzivním brzdění, rozděluje brzdný účinek na jednotlivá kola a maximalizuje tak jejich brzdný účinek. V souvislosti s tímto systémem se používá systém EDS (Electronic Differential System) – elektronická závěra diferenciálu, systém při prokluzu kol rozděluje nerovnoměrně hnací moment na poháněná kola pomocí řízeného brzdění, umožňuje rozjezd na vozovce s rozdílnými koeficienty tření pod každým z kol přibrzdováním prokluzujícího kola.

ASR (Anti Skid Regulation) – další zkratky: ASC, DTC, EDS, ETC, atd. – protiprokluzový systém, je rozšířením systému ABS, zajišťuje stabilitu a ovladatelnost vozidla při rozjezdu, regulace zabráňuje protočení kol při rozjezdu nebo zrychlení na náledí, v zatáčkách a při jízdě do kopce (automobily s předním náhonem).

ESP (Electronic Stability Program) – také: ASMS, AHS, DSC, PSM... – elektronický stabilizační program, obsahuje jak ABS, tak ASR, na rozdíl od předchozích dvou systémů reguluje skluz pneumatiky také v příčném směru, snižuje nebezpečí smyku nebo ztrátu přilnavosti pneumatiky s povrchem vozovky.

ACC (Adaptive Cruise Control) – adaptivní systém pro dodržování bezpečného odstupu, základem systému je běžný tempomat, navíc udržuje bezpečnou vzdálenost před vozidlem jedoucím vpředu, systém reaguje zrychlováním a zpomalováním na aktuální dopravní situaci.

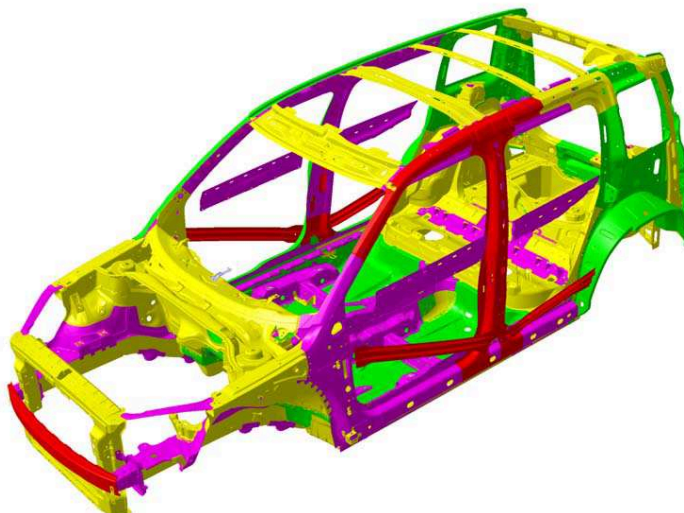
AHL (Adaptive Head Lights) – také AFL, ALC, adaptivní světlomety, napomáhají lepšímu osvětlení vozovky při jízdě do zatáček, úhel natočení a dosah světlometů je regulován podle rychlosti vozidla. [19]

Na rozdíl od aktivní bezpečnosti, která je zaměřena na vnitřní bezpečnost, pasivní bezpečnost navíc zohledňuje i ochranu ostatních účastníků silničního provozu. Podrobnější definice zní:

Pasivní bezpečností rozumíme souhrn všech konstrukčních a výrobních opatření, jejichž posláním je omezení možnosti poranění a ztrát na lidských životech, popř. i snížení hmotných ztrát, dojde-li k nehodě, ať již zaviněné lidským činitelem, vozovkou, či technickým stavem vozidla. [16]

První oblastní, kde jsou tato opatření uplatňována, je návrh karoserie. Karoserie tvoří klíčový prvek z hlediska zmírnění následků nehodové události, neboť má za úkol pohltit značnou část energie vzniklé při nárazu. K tomuto účelu slouží především přední a zadní část vozidla, kde se nacházejí dostatečné deformační zóny. Druhý požadavek kladený na

karoserie spočívá v zajištění dostatečného prostoru pro přežití cestujících. Nemělo by tedy při nárazu docházet k vniknutí cizích těles do prostoru pro cestující.

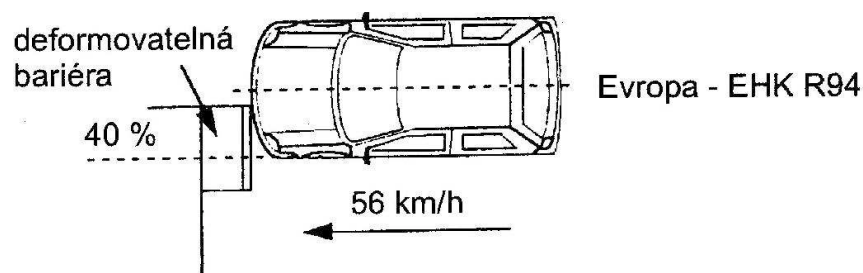


Obr. 11 Koncepce karoserie [20]

Mezi základní bezpečnostní prvky karoserie patří deformovatelné podelníky v přední části, zesílené sloupky a prahy dveří, střešní příčnický z vysokopevnostní oceli atd.

Specifické požadavky jsou kladeny také na dveře. Musí zajistit prostor pro přežití cestujících a zároveň umožnit opuštění prostoru pro cestující po nehodě. Z toho důvodu musí mít dostatečně odolné závěsy a zámky dveří. Dveře se skládají většinou ze dvou výlisků, přivařených nebo obvodově zalemovaných. Pro dosažení požadované pevnosti dveří se používají prolisy a výztuhy dveří.

Pro hodnocení ochrany cestujících při nárazu vozidla se používají nárazové zkoušky tzv. crash testy. Požadavky na nárazové zkoušky předepisují rovněž předpisy EHK. K základním zkouškám se řadí zkouška čelního nárazu a zkouška bočního nárazu. Zkouška čelního nárazu spočívá v nárazu vozidla na pevnou bariéru, jejíž čelní plocha je kolmá na směr pohybu vozidla. Vozidlo však nenarazí na celou plochu bariéry, nýbrž jen na část, kterou vozidlo pokrývá 40 % své šířky. Dále je čelo bariéry upraveno tak, že obsahuje deformační část s přesně definovanou deformační charakteristikou.



Obr. 12 Zkouška čelním nárazem [16]

Zkouška bočního nárazu se provádí pomocí pohyblivé bariéry, jejíž rychlost v okamžiku nárazu má být 50 km/h.

Další prvky pasivní bezpečnosti, na které je kladen důraz, jsou:

- bezpečnost vnitřního vybavení vozidla při čelním nárazu, která je zaměřena především na oblast nohou cestujících, kde dochází k nejčastějším poraněním
- zadržovací systémy (bezpečnostní pásy a airbagy)
- bezpečnostní skla
- prvky pro ochranu chodců (deformovatelná kapota a nárazník, nafukovací vak v kapotě) [16]

2.2.3. Prostředí

Prostředí sledovaného systém tvoří především pozemní komunikace a okolí pozemní komunikace. Tato problematika je opět obsáhlá, proto se budu dále zabývat jen základním členěním a popisem vlastností jednotlivých druhů komunikací.

Pozemní komunikace členíme na dálnice, silnice, místní komunikace a účelové komunikace. *Dálnicí* se rozumí pozemní komunikací, která je určena pro vyšší rychlosti a používána pro dálkovou a mezinárodní dopravu silničními motorovými vozidly. Buduje se bez úrovnových křížení, se samostatnými připojovacími pruhy pro vjezd a opuštění a oddělenými jízdními pásy pro jednotlivé směry. Není určena pro silniční motorová vozidla, jejichž nejvyšší dovolená rychlost je menší, než 80 km/h. *Silnice* je veřejná pozemní komunikace, užívána silničními a jinými vozidly a rovněž i chodci. Vzájemné propojení silnic pak tvoří silniční síť. Rozlišujeme třídy silnic podle jejich primárního dopravního určení. Silnice I. třídy jsou určeny především pro dálkovou a mezinárodní dopravu, silnice II. třídy pro dopravu v rámci okresů a silnice III. třídy pro vzájemné propojení obcí, případně pro napojení na ostatní pozemní komunikace. Obdobně jako u dálnic, jsou-li silnice I. třídy stavěny jako rychlostní komunikace, nejsou určeny pro silniční motorová

vozidla, jejichž nejvyšší dovolená rychlost je menší, než 65 km/h. *Místní komunikace* je opět veřejně přístupná komunikace a určená přednostně pro dopravu v rámci obce. Rozlišují se, podobně jako u silnic, třídy místních komunikací podle dopravního účelu a stavebně-technického vybavení na 4 třídy. Místní komunikace I. třídy je většinou rychlostní komunikací, II. třídy je tzv. sběrná komunikace s omezeným přístupem k sousedním nemovitostem, III. třídy je obslužná komunikace a IV. třídy, která je buď nepřístupná silničním motorovým vozidlům, nebo je na ni umožněn smíšený provoz. *Účelovou komunikací* nazýváme komunikaci, která např. umožňuje přístup vlastníkům k jejich nemovitostem nebo slouží k správě zemědělských a lesních pozemků atd. Účelovou komunikací se také rozumí komunikace uvnitř uzavřeného prostoru nebo objektu. [24]

Každý typ pozemní komunikace by měl splňovat určitá kritéria podle jejího účelu. Do popředí těchto požadavků vystupuje nebo by alespoň měla vystupovat otázka bezpečnosti při jejich používání. Odhalit případná pochybení by měl bezpečnostní audit pozemních komunikací, který byl zaveden legislativou. Tento audit se zabývá jak samotnými parametry dané pozemní komunikace, jakou jsou geometrické uspořádání (směrové, výškové, šířkové, uspořádání křižovatek, křížení apod.), tak povrchem komunikace, dopravním značením, stavebně-technickým vybavením, řízením dopravy a údržbou.

Některé základní předpoklady pro splnění výše uvedených oblastí auditu jsou:

- dostatečná šířka a počet jízdních pruhů pozemní komunikace
- eliminace nerovností povrchu
- dostatečné adhezní podmínky
- smysluplné umístění dopravního značení stejně jako jeho jednoznačnost

Mezi konkrétní prvky zvyšující bezpečnost pozemních komunikací řadíme svodidla, tlumiče nárazů, speciální deformovatelné konstrukce dopravního značení a veřejného osvětlení, speciální povrchy zvyšující tření při brzdění, zpomalovací prahy, reflexní nátěry atd. [25]

3. Návrh metody zjišťování dob reakcí řidičů na jednotlivé situace

3.1. Reakční doba

Reakční dobu můžeme definovat jako okamžik od zaregistrování podnětu, po počátek odezvy na daný podnět. Celková reakční doba je složena z několika částí. Pro potřeby zkoumání reakční doby řidičů rozlišujeme tyto části reakční doby:

- optická reakce
- psychická reakce
- svalová reakce

Optická reakce je daná časem potřebným pro zachycení podnětu zrakem, psychická reakce obsahuje dobu nutnou k vyhodnocení podnětu a výběru adekvátní odpovědi na podnět a svalová reakce je doba potřebná ke stáhnutí daného svalu resp. skupiny svalů. Dle rozdělení výše, je brán v úvahu pouze optický podnět. Jak již bylo rozebráno v kapitole popisující člověka, v dopravě existují i podněty sluchové, v této práci však budou dále uvažovány jen jako doprovodný podnět. [21]

3.2. Faktory ovlivňující reakční dobu

Vliv na reakční dobu mohou mít jak individuální vlastnosti řidiče, tak vnější okolnosti při jejím stanovování. Z pohledu řidiče můžeme hovořit o faktorech, jako jsou věk, charakterové vlastnosti, zdravotní stav, psychický stav, biorytmy, alkohol, drogy atd.

V neprospěch řidičů okolo věku 55 let v souvislosti s reakční dobou, mluví biologické limity. Ovlivněna je především ostrost zraku a sluchová kapacita. Zpomalují se pohyby a s tím i schopnost včasné reakce na nečekané situace. S narůstajícím věkem začínají také potíže s pamětí a je ovlivněno rychlé rozhodování. I tyto nedostatky však mohou kompenzovat zkušenostmi a celkově absencí příčin selhání, které můžeme nacházet u mladších řidičů. [1]

Konkrétní představu o reakční době měřené za různých okolností, mohou přiblížit některé provedené experimenty.

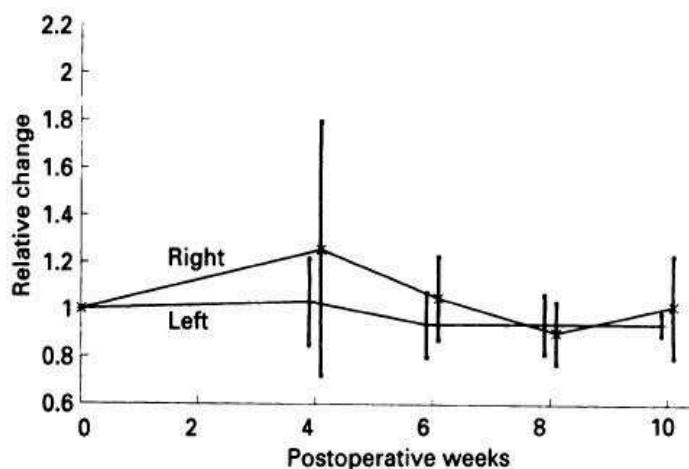
V roce 1994 v Oxfordu, byl publikován v *Journal of Bone and Joint Surgery* článek, o měření reakční doby řidičů s umělými koleními klouby. Měření se zúčastnilo celkem 29 pacientů s kloubními náhradami, ve věku od 61 do 83 let a 20 kontrolních jedinců bez umělých kloubů, ve věku od 52 do 85 let. Dále byly obě skupiny rozděleny na řidiče a osoby bez řidičského oprávnění. Měření probíhalo na automobilovém trenažéru, na němž byly zkoumány reakce nohou a rukou na optické podněty. Výsledky měření reakční doby před operací ukazuje následující obrázek.

	TKR patients		Control subjects	
	Driver	Non-driver	Driver	Non-driver
Hand (neurological)	0.27 ± 0.06	0.23 ± 0.08	0.31 ± 0.07	0.33 ± 0.07
Leg (neurological)	0.34 ± 0.05	0.32 ± 0.06	0.33 ± 0.10	0.45 ± 0.04
Leg transfer	0.38 ± 0.24	0.59 ± 0.21	0.37 ± 0.25	0.60 ± 0.16
Total	0.72 ± 0.26	0.98 ± 0.24	0.71 ± 0.29	1.06 ± 0.17

Obr. 13 Hodnoty reakčních dob před operací [22]

Zatímco reakční doby rukou a nohou obou skupin jsou srovnatelné, celková reakční doba včetně pohybové reakce nohy, je delší u osob bez řidičského oprávnění.

Pro měření reakční doby po operaci byli dále rozlišeni pacienti, kteří měli pravou nebo levou nohu s umělým kloubem. Z celkového počtu řidičů 18, mělo 12 kloub na pravé noze a zbývající na levé noze. Druhá skupina pacientů bez řidičského oprávnění (11), se skládala z 8 pacientů s kloubní náhradou na pravé noze a zbývajících pacientů s kloubní náhradou na levé noze.



Obr. 14 Graf celkové reakční doby řidičů po operaci [22]

Graf složený z průměrných hodnot ukazuje, jak se měnila celková reakční doba řidičů 0 až 10 týdnů po operaci. Ukázalo se, že s řízením by pacienti měli počkat až do doby, alespoň 8 týdnů po operaci. [22]

Další výzkum, který bych zmínil, se zabýval dosti aktuálním tématem. V rámci mezinárodního programu *Cost Action 352*, byl zkoumán vliv informačních systémů v automobilech na chování řidičů a bezpečnost na silnicích. Za všechny bych popsal část výzkumu, která probíhala v Polsku, za běžného provozu.

Polského výzkumu se zúčastnilo 40 profesionálních řidičů, ve věku od 25 do 45 let, s minimálně tříletou praxí a minimálně jednoletou praxí v používání GPS. Jejich zdravotní stav byl srovnatelný, takže jediným rozdílným znakem byl věk. Každý z řidičů absolvoval 4 jízdy na jim neznámých úsecích, za různých podmínek (den, noc, intenzita provozu), o celkové délce přibližně 200 km. Bylo sledováno těchto 8 parametrů:

- rozptýlení pozornosti používáním GPS
- vzdálenost od dalšího auta ve stejném jízdním pruhu
- používání zpětných zrcátek
- reakční doba na různé podněty (reagování na GPS, vyzvánějící telefon, situace na silnici atd.)
- počet zrychlení
- počet brzdění
- chování za nebezpečných situací na silnici
- celková poměrná zátěž řidiče (zkoumaná na základě předchozích parametrů)

Testování jednoho řidiče probíhalo 60 minut, které byly dále rozděleny po desetiminutových intervalech. V první polovině testu (30 min), byly měřeny uvedené parametry se zapnutou GPS, kdy v prvním desetiminutovém intervalu se zaznamenávaly údaje při normální jízdě, v druhém se zapnutým radiopřijímačem a ve třetím se zapnutým mobilním telefonem. V druhé polovině se zaznamenávaly údaje, při stejném rozložení intervalů, ale s vypnutou GPS.

	GPS dissipation (%)	Distance to the next car (0 is minimum safe)	Looking in the mirrors (number /min)	Reaction time (s)	Acceleration (number/ min)	Braking (number /min)	Danger situations observed by the controller (e.g. hard braking)	Driver distraction ratio
No GPS normal ride	-	1,8	19	0,5	8	7	1	0
No GPS ride with cell phone	-	1,2	11	1,3	6	5	1	0,93
No GPS ride with radio	-	1,9	18	0,7	9	6	0	0,22
GPS normal ride	8	0,8	9	1,1	4	4	1	1,32
GPS ride with cell phone	12	0,3	5	2,6	3	4	2	2,18
GPS ride with radio	9	0,7	9	1,2	3	3	1	1,39

Obr. 15 Výsledky měření za dobrého počasí a velké intenzity silničního provozu [23]

Závěrem výzkumu byla následující zjištění:

- v případě poslouchání radiopřijímače, dochází k největšímu rozptýlení řidiče během vysílání zpráv
- v některých případech je používání mobilního telefonu nebezpečnější, než používání GPS
- při používání GPS se prokazatelně prodlužují reakční doby, řidič udržuje menší odstup od vozidel [23]

3.3. Metoda zjišťování reakční doby

Pro zjišťování reakční doby jsem zvolil měření v reálném automobilu. Na základě zjištěných poznatků jsem dále zvolil pro měření reakčních doby pouze optické podněty, které v silničním provozu převažují. Pro vyvolání optického podnětu jsou použity v každém z experimentů, jejichž popis bude uveden dále, zdroje světla umístěné mimo automobil. Samotná reakce na daný podnět je převedena na světelný signál. Pro zachycení reakčních dob u všech experimentů byla použita videokamera a pořízený záznam vyhodnocen pomocí programu na úpravu videa. V poslední fázi proběhlo zpracování zjištěných reakčních dob pomocí tabulkového editoru s možností statistického vyhodnocení.

4. Návrh experimentu

4.1. Situace č. 1

První měřená situace byla simulována ve stojícím automobilu. Do zorného pole řidiče byl umístěn světelný podnět, reprezentující brzdová světla a spouštěný nezávisle na řidiči. Reakční doba řidiče byla v tomto případě vymezena okamžikem spuštění světelného podnětu v zorném poli řidiče a okamžikem rozsvícení světelného signálu, který zastupoval sešlápnutí brzdového pedálu. Takto popsané měření probíhalo ve třech modifikacích. Při prvním měření této situace měl mít řidič chodidla položená na podlaze automobilu. Druhá modifikace spočívala v položení chodidla na plynový pedál a současně jeho mírném sešlápnutí. Poslední modifikací bylo stejné uspořádání jako ve druhé modifikaci, s tím rozdílem, že řidič měl za úkol navíc z paměti vypočítávat jednoduché matematické příklady, které mu zadával dobrovolník sedící na zadním sedadle. Tento dobrovolník také ovládal světelný podnět v zorném poli řidiče.

4.2. Situace č. 2

Druhá měřená situace měla simulovat rozjezd ze světelně řízené křižovatky. Pro účel tohoto měření, jsem vyrobil zjednodušený model světelného signalizačního zařízení (SSZ), který byl umístěn do zorného pole řidiče a zároveň nebránil rozjezdu automobilu. Reakční dobu řidiče vymezovalo rozsvícení žlutého světelného signálu na SSZ a rozsvícení světelného signálu, který zastupoval sešlápnutí akceleračního pedálu. Navíc v tomto měření byl zaznamenáván okamžik začátku pohybu vozidla, rovněž pomocí světelného signálu. Čekání na žlutý světelný signál na SSZ probíhalo bez zařazeného rychlostního stupně, s nohou na brzdovém pedálu a rukou na řadicí páce. Změna světelného signálu na SSZ rovněž probíhala nezávisle na řidiči.

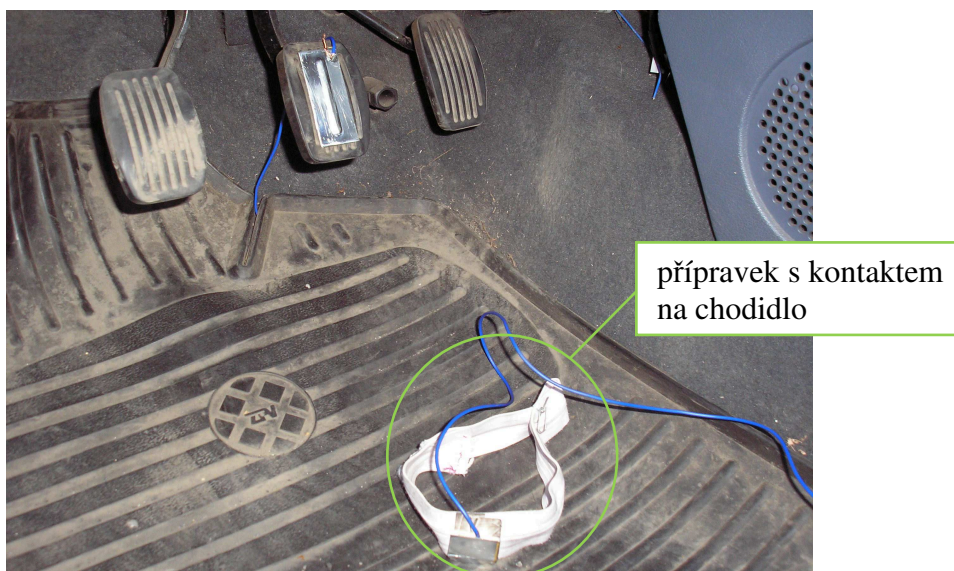
5. Realizace experimentu

Všechna měření probíhala na automobilu Škoda Felicia 1.3 LXi, který zaujímá přední místa v zastoupení na českých silnicích, což je pro experiment malým přínosem navíc. [26]

Pro světelný podnět, umístěný v zorném poli řidiče, byla použita cyklistická svítidla červené barvy, dodatečně upravená pro možnost dálkového spuštění.



Obr. 17 Umístění červené svítidla a světelného signálu pro pedál



Obr. 16 Kontakty světelného signálu pedálu

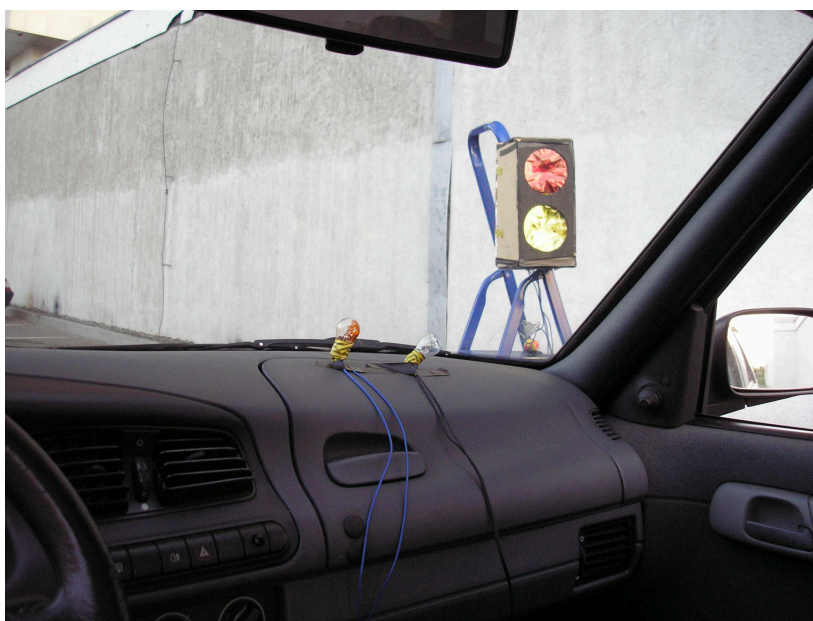
Světelný signál reprezentující sešlápnutí brzdového nebo akceleračního pedálu, tvořil elektrický obvod se žárovkou, napájený z autobaterie uložené na místě spolujezdce.

Stejným způsobem jako byl realizován světelný signál, reprezentující sešlápnutí jednoho z pedálů, byl vytvořen i světelný signál, zachycující začátek pohybu vozidla. Spínací kontakty byly umístěny pod zadní kolo automobilu.



Obr. 18 Kontakty světelného signálu pro rozjezd automobilu

Na dalším obrázku již vidíme uspořádání pro měření situace č. 2.

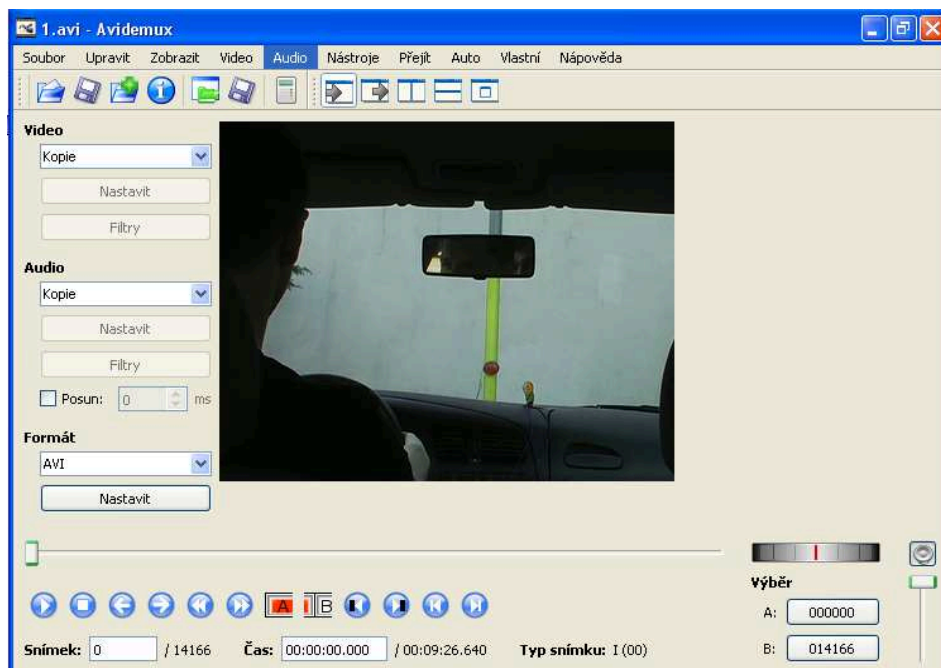


Obr. 19 Umístění světelných signálů a SSZ

Žárovka umístěná vlevo na palubní desce, zatupuje světelný signál pro sešlápnutí pedálu a žárovka vpravo, zachycuje okamžik začátku pohybu automobilu. SSZ bylo pro změnu napájeno z přenosného nouzového startovacího zdroje a ovládáno dobrovolníkem.

6. Provozně technické vyhodnocení

Vyhodnocení reakčních dob proběhlo z pořízeného videozáznamu, pomocí programu na úpravu videa Avidemux 2.5.



Obr. 20 Uživatelské rozhraní programu Avidemux

Vyhodnocená data jsem dále rozdělil podle způsobu měření:

- reakční doby měřené ve stojícím automobilu
- reakční doby měřené při rozjezdu

Při základním statistickém vyhodnocení souboru, byly čerpány poznatky z [27].

Aritmetický průměr \bar{x} :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

x_i – zjištěná reakční doba

n – celkový počet naměřených hodnot

Směrodatná odchylka S_n :

$$S_n^2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (2)$$
$$S_n = \sqrt{S_n^2}$$

Směrodatná odchylka určuje, do jaké míry se hodnoty vzdalují od střední hodnoty celého souboru.

Medián zastupuje hodnotu z naměřeného souboru hodnot, která rozděluje celý soubor hodnot na dvě stejné části, tj. 50% hodnot je menších než medián a 50 % větších než medián.

Tab. 2 Základní vyhodnocení reakčních dob pro měření ve stojícím automobilu

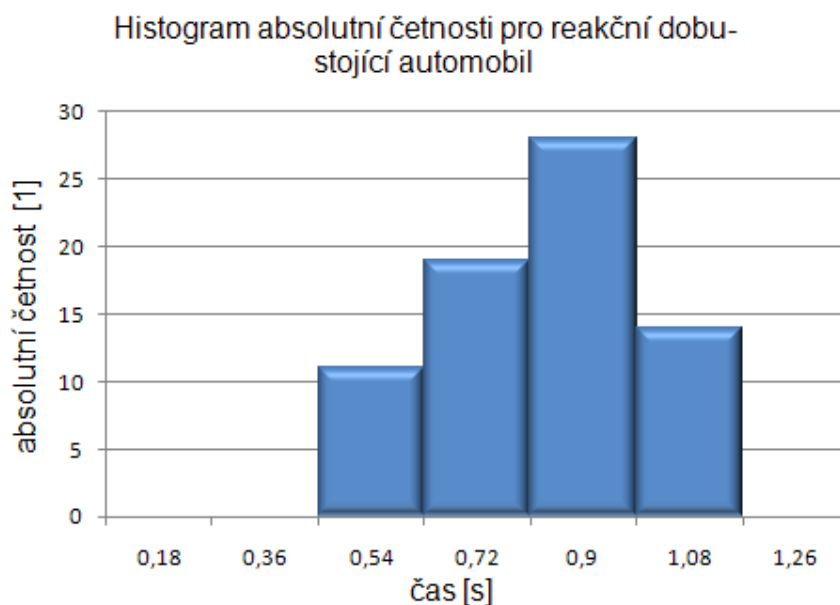
	Počet měření	Průměrná reakční doba	Směrodatná odchylka	Medián
Měření č.	[-]	[s]	[s]	[s]
1	24	0,75	0,17	0,78
2	24	0,76	0,14	0,8
3	24	0,73	0,14	0,76
Celkem	72	0,75	0,16	0,77

Tab. 3 Tabulka základních vlastností souboru naměřených dat pro měření rozjezdu

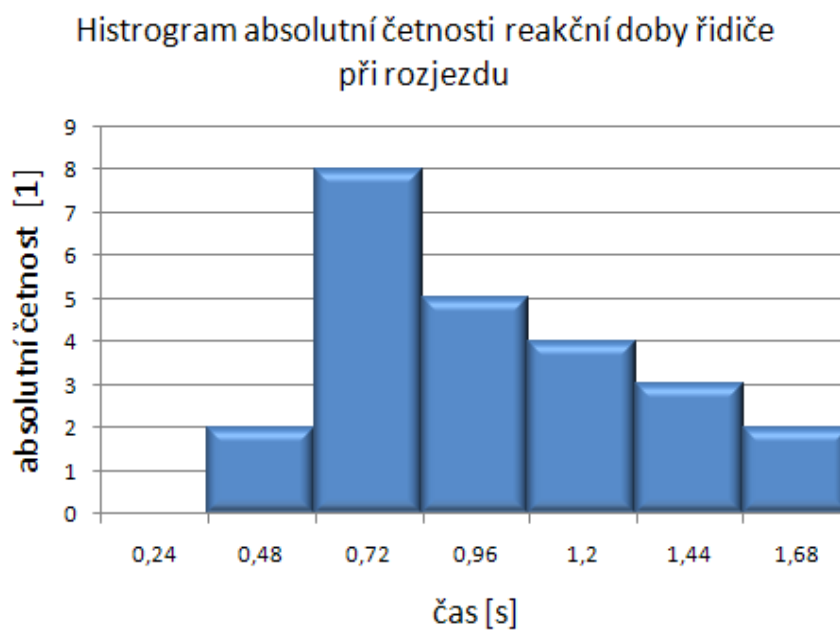
Měření reakční doby řidiče při rozjezdu			
Počet měření	Průměrná reakční doba	Směrodatná odchylka	Medián
[-]	[s]	[s]	[s]
24	0,87	0,36	0,9

Tab. 4 Tabulka základních vlastností souboru naměřených dat pro rozjez automobilu

Měření rozjezdu automobilu			
Počet měření	Průměrná reakční doba	Směrodatná odchylka	Medián
[-]	[s]	[s]	[s]
24	1,64	0,38	1,58



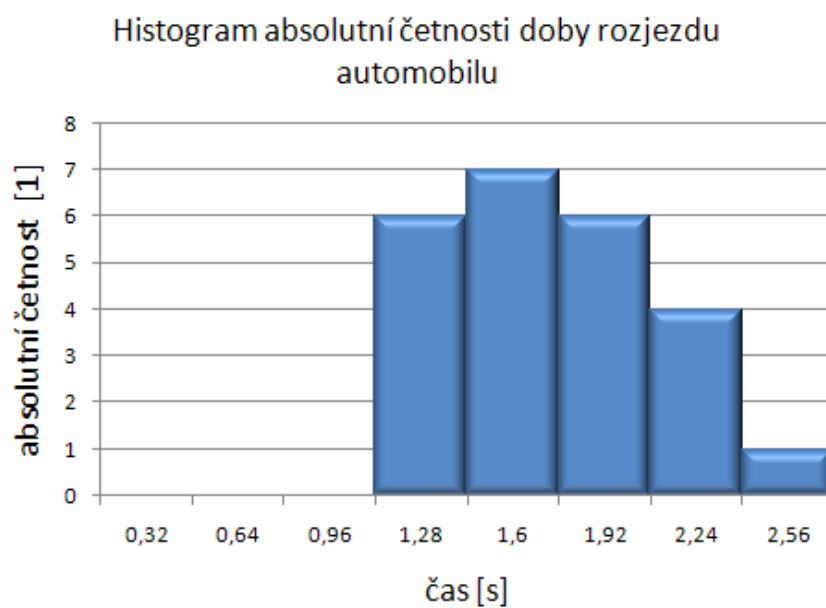
Obr. 21 Histogram absolutní četnosti reakčních dob řidičů pro stojící automobil



Obr. 22 Histogram absolutní četnosti reakčních dob řidiče při rozjezdu

Pokud v tuto chvíli srovnám oba předchozí grafy, zásadní rozdíl je patrný v jejich rozpětí. Zatím co reakční doba řidiče, měřená ve stojícím automobilu, nedosahuje vyšší hodnoty než 1 s, reakční doba řidiče při rozjezdu, překračuje tuto hodnotu o více jak 0,5 s. Příčinu tohoto rozdílu shledávám v provedení úkonu navíc, který oproti prvnímu měření, spočívá v zařazení rychlostního stupně, i když to vzhledem na celý soubor dat nemusí být jednoznačné, neboť nejnižší dosažené hodnoty byly 0,32 a 0,36 s.

Pro doplnění uvádím histogram pro rozjezd automobilu, kterým lze zhodnotit dosahované doby rozjezdu, od rozsvícení žlutého světelného signálu po okamžik začátku pohybu automobilu.



Obr. 23 Histogram absolutní četnosti doby rozjezdu automobilu

7. Závěr

Jako první byla určena reakční doba řidiče na optický podnět, představující brzdová světla automobilu. Úkol řidiče spočíval v okamžitém sešlápnutí brzdového pedálu, bezprostředně po spatření červeného světla. Reakce řidičů se pohybovaly v rozmezí 0,48 – 1 s. Průměrná reakce na tento podnět byla přibližně 0,75 s a to bez ohledu na měření reakce s nohama na podlaze, nohou na akceleračním pedálu nebo měření reakce s vyrušením.

Druhé měření reakční doby řidiče probíhalo při rozjezdu ze simulované, světelně řízené křižovatky, kdy za počáteční okamžik pro měření reakční doby, bylo považováno rozsvícení žlutého světelného signálu. Hodnoty reakčních dob jednotlivých řidičů, pro toto měření, se pohybovaly v rozmezí od 0,32 – 1,68 s. Průměrná reakční doba činila 0,87 s. Zároveň byla při tomto měření, zjišťována doba rozjezdu automobilu z křižovatky. Automobil byl schopen opustit křižovátku, od rozsvícení žlutého světelného signálu, v době od 1,08 do 2,44 s.

První měřená situace, by byla aplikovatelná, ve spojitosti s dodržováním bezpečné vzdálenosti. Druhá měřená situace se, dle mého názoru, dotýká problematiky signálních plánů a kapacitních výpočtů křižovatek.

Jelikož měření se zúčastnili pouze čtyři řidiči, nelze tyto výsledky nijak zobecňovat. Na druhou stranu bylo prokázáno, že i s použitím běžně dostupných prostředků, lze získat poměrně zajímavá data, s ohledem na dostupné informace o dosahovaných reakčních dobách, např. [22], [23]. Samozřejmě je také nutné srovnávat dosažené výsledky z pohledu použité metody měření a podmínek, za jakých byla reakční doba zjišťována.

8. Seznam použitých zdrojů

- [1] HAVLÍK, K.: *Psychologie pro řidiče: zásady chování za volantem a prevence dopravní nehodovosti*, 1. Vyd. Praha: Portál s.r.o. , 2005. 224 s. ISBN 80-7178-542-3.
- [2] *Statistika nehodovosti* [online]. Policie České republiky, [cit. 2012-03-25]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/soubor/2011-12-informace-pdf.aspx>
- [3] *Zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu)* [online]. [cit. 2012-03-25]. Dostupné z: <http://www.mdcz.cz/NR/ronlyres/259633B8-156F-4577-809B-7E71D55AAD84/0/z%C3%A1kon3612000vezn%C4%9Bn%C3%AD2972011.rtf>
- [4] *Vyhláška č. 72/2011 Sb.* [online]. [cit. 2012-03-25]. Dostupné z: <http://www.mdcz.cz/NR/ronlyres/214233D2-A72F-40C1-AB6A-CFA6EB4096B0/0/722011Sb.pdf>
- [5] *Zákon č. 247/2000 Sb. o získávání a zdokonalování odborné způsobilosti k řízení motorových vozidel a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.* [online]. [cit. 2012-03-25]. Dostupné z: <http://www.mdcz.cz/NR/ronlyres/914287AA-57A8-4671-8E52-026CC1EEA13E/0/MicrosoftWord247.pdf>
- [6] http://www.szsmc.cz/admin/upload/sekce_materialy/Typologie_osobnosti_II.pdf
- [7] LISÁ, Z.: *Agresivita na silnicích aneb Proč se za volantem chováme jinak?* Praha: Wolters Kluwer ČR, a.s., 2011, 144 s.
- [8] PLHÁKOVÁ, A.: *Učebnice obecné psychologie*, Praha: Academia, 2005. 463 s. ISBN 80-200-1387-3
- [9] <http://www.psychologyconcepts.com/rubins-vase-or-rubins-figure/>
- [10] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Vn%C3%ADm%C3%A1n%C3%AD>
- [11] Marshall Cavendish ČR s.r.o.: *Svět poznání: informace a zajímavosti pro celou rodinu*, č. 1, Praha:, 1995. ISSN 1211-9369
- [12] MATĚJKA, R.: *Vozidla silniční dopravy I., Vysoká škola dopravy a spojov v Žilině, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov*, 1990, 213 s. ISBN 80-05-00392-7

- [13] Zákon č. 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla) [online]. [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: <http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/A122869D-644C-415D-8558-27FF6B65FEF1/0/z%C3%A1kon562001do302011.rtf>
- [14] Vyhláška č. 341/2002 Sb. [online]. [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: <http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/AFAF6425-7E45-4FF9-8575-7C43E2C73117/0/341.rtf>
- [15] Vyhláška č. 302/2001 Sb. [online]. [cit. 2012-04-07]. Dostupné z: <http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/498D119F-A7AA-4CDA-A761-9F4902E20DEA/0/v30201.rtf>
- [16] VLK, F.: Karosérie motorových vozidel, 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2000, 242 s. ISBN 80-238-5277-9
- [17] <http://www.auto.cz/bezpecnost-vozidel-prvni-dil-703>
- [18] CHUNDELA, L.: *Ergonomie*, Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001, 167 s. ISBN 80-01-02301-X
- [19] VLK, F.: Automobilová elektronika 1: Asistenční a informační systémy, 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2006, 269 s. ISBN 80-239-6462-3
- [20] <http://www.autokaleidoskop.cz/files/200906/20090610-204650.jpg>
- [21] PLCH, J.: *Reakční doba řidiče* [online], [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: http://files.srvo.cz/200000293-4207243016/2010_Reakcni_doba_ridice.pdf
- [22] *Driver Reaction Time after Total Knee Replacement* [online], [cit. 2012-05-03]. Dostupné z: <http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/content/76-B/5/754.full.pdf+html>
- [23] NOVOTNÝ, Z.: *Cost Action 352 - The Influence of In-vehicle Information systems on Driver Behaviour and Road Safety, Final Report*, Brno, 2009, 87 s. ISBN 987-80-7355-083-7
- [24] Zákon č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích [online]. [cit. 2012-05-03]. Dostupné z: http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/B105CD0B-B2E3-4CAB-B4FC-F4686E5B14AA/0/ZAKON_O_POZEMNICH_KOMUNIKACICH_13_1997_ZN_ENI_20111106.rtf

- [25] SLABÝ, P., DLOUHÁ, E.: *Dopravní stavby a systémy 20, 30*, Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005, 161 s. ISBN 80-01-02453-9
- [26] <http://www.auto.cz/top30-nejrosirenejsich-aut-na-ceskych-silnicich-60967>
- [27] PALÁT, M., SOMERLÍKOVÁ, K.: *Seminář základů statistiky a workshop*
[online], [cit. 2012-05-09]. Dostupné z:
<http://www.vuchs.cz/OPVpK/dokumenty/Palat-Statistika-1.pdf>

9. Seznam příloh na CD

Příloha A Přehled naměřených hodnot a jejich vyhodnocení

Příloha B Sestřih videozáznamu z jednotlivých měření